

Dinamika Akumulasi Kadmium Pada Tanaman Kangkung Darat (*Ipomoea reptans* Poir)

Syarifuddin Liong^{a*}, Alfian Noor^a, Paulina Taba^a, Hazirin Zubair^b

^a Fakultas MIPA, Universitas Hasanuddin

^b Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin

Abstrak. Logam berat yang sangat potensial sebagai polutan adalah kadmium yang telah terakumulasi di dalam tanah dan sedimen. Walaupun kadmium adalah unsur non esensial terhadap tumbuh-tumbuhan, unsur ini dengan mudah diabsorpsi dan diakumulasi oleh berbagai tanaman. Efek negatif kadmium pada tumbuhan adalah menghambat penyerapan nutrisi sehingga pertumbuhan tanaman terganggu dan pada akhirnya tanaman akan mati. Oleh karena itu logam kadmium perlu diturunkan konsentrasinya sehingga tanah dapat digunakan sebagai media tumbuh yang baik. Beberapa metode akumulasi logam berat telah digunakan, seperti metode fisika, kimia, dan biologi, tetapi ketiga cara ini dianggap kurang efektif. Penggunaan tanaman untuk mengakumulasi logam berat pada tanah tercemar dianggap baik karena metode ini ramah lingkungan dan dapat meningkatkan kesuburan tanah. Pada penelitian ini, akumulasi logam kadmium telah dilakukan dengan menggunakan tanaman kangkung darat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi tertinggi yang dapat diakumulasi oleh kangkung darat adalah 3317,68 mg/kg berat kering dengan lama waktu tanam 21 hari. Makin tinggi konsentrasi Cd dalam tanah makin tinggi juga konsentrasi Cd yang dapat diakumulasi. Akumulasi Cd yang tinggi ini memberikan informasi bahwa kangkung darat merupakan tanaman hiperakumulator terhadap Cd. Nilai faktor biokonsentrasi lebih besar dari 1 sedangkan faktor translokasi lebih kecil dari satu yang menunjukkan bahwa mekanisme akumulasi yang terjadi pada kangkung darat ini adalah fitostabilisasi.

Kata kunci : *kadmium, akumulasi, analisis, kangkung darat.*

Abstract. One heavy metal, which is potential as pollutant, is cadmium that has been accumulated in soil and sediment. Although, cadmium is non essential element for plants, it is easily adsorbed and accumulated by various plants. The negative effect of cadmium on plants is that it can prevent the absorption of nutrition so that the plant growth will be inhibited and then the plant will die. Therefore, it is necessary to reduce the concentration of cadmium to be used as good growth media. Several methods of heavy metal accumulation, such as physical, chemical and biological methods, have been used, but the three methods have been considered as less effective methods. The use of plants to accumulate heavy metals in polluted soil is considered as a good method because the method is a safe method and can increase the soil fertility. In this research, accumulation of cadmium has been conducted by using *Ipomoea reptans* Poir. Result showed that the highest concentration that can be accumulated by *I. reptans* Poir was 3317.68 mg/kg of dried mass with the plantation time of 21 days. The increase of concentration in the growth media increased the cadmium concentration accumulated. The high accumulation of cadmium showed that *I. reptans* Poir is a hyperaccumulator plant for cadmium. The bioconcentration value was higher than 1, whereas the translocation factor was lower than 1 indicating that the accumulation mechanism was phytostabilization.

Keywords : *cadmium, accumulation, analysis, Ipomoea reptans Poir.*

*Alamat korespondensi: syafril_kimia@yahoo.com

Pendahuluan

Tingkat kontaminasi oleh logam toksik di tanah pertanian dapat mengakibatkan stress pada tumbuhan tiga kali lebih besar dibandingkan oleh pestisida. (Jeliazko and Demirov, 2001). Kadmium adalah salah satu logam toksik, tersebar dalam lingkungan melalui antara lain, berbagai aktivitas manusia seperti pembuangan limbah, pupuk fosfat, aktivitas industri dan pemukiman penduduk (Wagner, 1993). Karena selektivitasnya yang rendah tanaman dapat menyerap sekaligus mengakumulasi Cd yang jika berlebih dapat mengakibatkan reduksi pertumbuhan, dan kematian tanaman (Barcelo and Poschenrieder, 1990), penghancuran membran (Kennedy and Gonsalves, 1987) dan alterasi aktivitas enzim (van Asshe and Clijters, 1990)

Berbagai upaya konvensional telah dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut misalnya pembilasan, dilusi, dan stabilisasi kimia. Dalam dasawarsa terakhir fitoremediasi sebagai pendekatan baru telah berkembang untuk mengurangi pencemaran logam dalam tanaman (Widianarko, 2004; Chaney et al. 1997; Fellet et al. 2007). Sampai saat ini telah teridentifikasi lima jenis fitoremediasi yaitu; fitoekstraksi, fitodegradasi, filtrasi akar; fitostabilisasi, dan fitovolatilisasi. Pilon-mith, 2005; Fellet et al. 2007; Padmavathamma and Li, 2007)

Tanaman hiperakumulator, menyerap logam dalam konsentrasi tinggi, telah banyak ditemukan (Lasat, 2000; Gosh and Singh, 2005) Rahman et al., 2007) tetapi sejauh ini hanya *Thlaspi caerulescens* dan *Arabidopsis halleri* (Aiyen, 2004; Baker et al., 2000) yang telah diidentifikasi sebagai tanaman hiperakumulator untuk Cd yang sayangnya tidak dikenal tumbuh di Indonesia. Atas dasar itu diperlukan suatu usaha untuk mendapatkan tanaman hiperakumulator lain yang tumbuh di Indonesia. Berbagai studi pendahuluan

menunjukkan bahwa kelompok tanaman Ipomoeae dapat bersifat hiperakumulator untuk Cd seperti *I. Batata* (Cheng and Huang, 2006) dan *Brassica juncea* (Prasad and Frits, 2003)

Dalam penelitian ini dicari kemungkinan kangkung darat memiliki sifat hiperakumulator seperti halnya genus Ipomoeae tersebut di atas. Parameter utama yang ditentukan adalah variasi konsentrasi dan waktu akumulasi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi pencarian tanaman hiperakumulator untuk Cd khususnya tanaman yang tumbuh di Indonesia

Metode Penelitian

Bahan

Tanah, pupuk kandang, TSP, Urea, KCl, HNO₃ Pekat, H₂O₂ 30 %, NaOH, Cd(NO₃)₂, akuabides.

Alat

Alat-alat gelas yang umum digunakan di laboratorium, pot plastik, baskom, sprayer, neraca analitik, oven, pemanas, termometer, pH-meter, spektrofotometer serapan atom (SSA), desikator, dan kertas saring.

Prosedur Kerja

Penyiapan media tanah

Tanah yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari perkebunan sayur-sayuran kemudian dibersihkan dari batuan akar-akaran yang ada dalam tanah tersebut. Kemudian unsur nitrogen, fosfat, kalium, kandungan bahan organik, kadmium (Cd) dianalisis di laboratorium. Selanjutnya dibiarkan selama 2 minggu sambil diaduk dan diangin-anginkan.

Pembuatan tanah terkontaminasi logam Cd

Untuk pembuatan tanah yang terkontaminasi dengan logam Cd, konsentrasi yang digunakan pada penelitian ini mengacu pada percobaan yang telah dilakukan oleh Muramoto et al., 1990. Mereka menggunakan [Cd] mulai dari 10 ppm hingga 100 ppm pada tanaman padi. Larutan kadmium 50 ppm ini dicampurkan dengan tanah yang dikontaminasikan sambil diaduk hingga homogen.

Penyiapan media tanam

Sejumlah pot yang telah dibersihkan diisi dengan 2 kg tanah yang telah dicampur dengan ion logam Cd. Tanah kemudian ditaburi dengan pupuk TSP dan KCl. Disamping itu, juga dibuat tanaman kontrol dengan perlakuan yang sama tetapi tidak mengandung ion Cd.

Penanaman kangkung darat

Benih kangkung darat direndam selama 4 jam dengan akuabides. Biji kangkung darat ditanaman secara langsung pada bagian tengah pot dengan ke dalam sekitar 1-2 cm dari permukaan. Setiap hari, benih disiram dengan akuabides. Satu minggu setelah kecambah tumbuh, panen pertama dilakukan kemudian ditambahkan urea. Selanjutnya panen dilakukan setiap minggu hingga kangkung darat berumur 6 minggu. Kangkung darat yang telah dipanen dicuci dengan air bebas mineral hingga bersih dari tanah dan benda-benda lainnya. Akar, batang dan daun yang telah bersih dipisahkan kemudian disimpan dalam kantong plastik dan siap dianalisis secara kimia.

Penentuan waktu optimum akumulasi kadmium (Cd)

Untuk penentuan waktu optimum akumulasi ion logam Cd oleh kangkung darat, panen dilakukan setelah waktu tertentu. Setiap selesai panen kangkung

darat dibersihkan dari tanah dan kotoran-kotoran lainnya kemudian dipisahkan antara, akar, batang, daun dan dianalisis dengan menggunakan SSA. Waktu optimum merupakan waktu dimana penyerapan konsentrasi ion Cd maksimum yang dapat diperoleh dari kurva antara konsentrasi versus waktu penyerapan.

Analisis kadar Cd pada akar, batang, dan daun

Metode analisis Cd mengacu pada prosedur kerja yang telah digunakan oleh Hammer (2002), Cave et al. (2000), Aiyen (2004), dan Nouairi et al. (2005). Pada umumnya mereka mengatakan bahwa untuk analisis logam yang mengandung bahan organik cara basah lebih baik digunakan daripada cara kering.

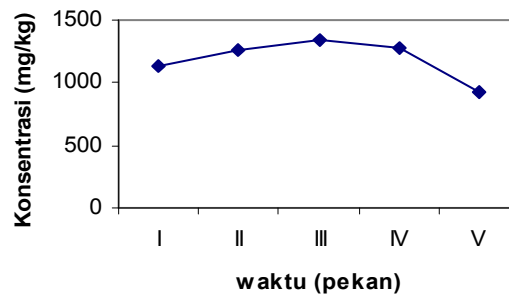
Akar, batang, dan daun yang telah bersih diangin-anginkan beberapa jam kemudian ditimbang dengan teliti pada wadah cawan petri yang telah diketahui berat kosongnya. Panaskan dalam oven pada suhu 80° C selama 24 jam, kemudian didinginkan dalam eksikator. Timbang untuk mengetahui berat yang hilang sebagai jumlah air yang terkandung dalam akar, batang, dan daun. Sampel kering ini digerus pada lumpang porselin, timbang contoh yang telah digerus kira-kira 0,5000 gram dengan neraca analitik. Contoh tersebut dilarutkan dengan campuran 5 mL HNO₃ 6 M dan 5 mL H₂O₂ 30 %, panaskan sampai sampellarut sempurna. Didinginkan dan ditambahkan akuabides, dipanaskan dan disaring dalam keadaan panas ke dalam labu takar 50 mL. Larutan sampel ini diatur pHnya hingga sekitar 3 dengan asam nitrat dan atau natrium hidroksida, diimpitkan dengan akuades hingga tanda batas kemudian dikocok hingga homogen. Larutan siap diukur dengan SSA. Konsentrasi Cd dihitung dengan menggunakan kurva kalibrasi

Hasil dan Pembahasan

Analisis latar belakang Cd pada tanah dan pupuk menunjukkan nilai, menurut FAO 1980, di bawah ambang batas ($< 3,5$ ppm). Jenis tanah yang digunakan adalah lempung berliat (alluvial)

dengan kapasitas penukar kation $19,77$ cmol/kg yang termasuk daerah sedang (FAO, 1980).

Gambar 1 menunjukkan pengaruh waktu terhadap penyerapan Cd oleh kangkung darat.

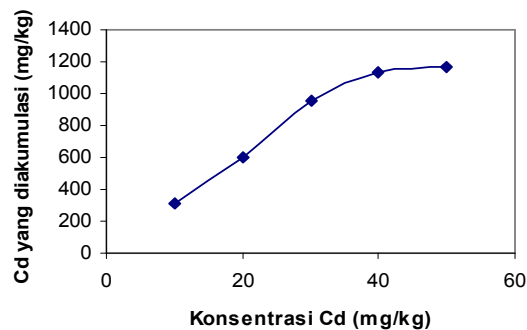


Gambar 1. Pengaruh waktu panen terhadap [Cd] yang diakumulasi oleh kangkung darat.

Konsentrasi kadmium yang diakumulasi oleh tanaman kangkung darat meningkat dengan bertambahnya waktu panen dan mencapai maksimum pada minggu ketiga ($1342,01$ mg/kg). Pada minggu keempat dan kelima terjadi penurunan kadar Cd. Penurunan konsentrasi Cd pada dua minggu terakhir ini terjadi karena tanaman kangkung darat sudah mulai mengalami kelainan fisik seperti klorosis (daun menguning) dan batang yang panjang dan kecil. Kelainan fisik ini disebabkan oleh terjadinya penghambatan penyerapan unsur hara yang

disebabkan oleh adanya unsur Cd dalam tanah. Logam Cd bersifat toksik dan tidak dibutuhkan oleh tanaman sehingga dapat menghambat proses kerja dari unsur yang berperan dalam tanaman.

Gambar 2 menunjukkan konsentrasi kadmium yang diakumulasi oleh kangkung darat pada variasi konsentrasi yang digunakan ($10, 20, 30, 40$ dan 50 ppm). Waktu panen dilakukan pada minggu ketiga sesuai dengan konsentrasi maksimum Cd yang dapat diakumulasi oleh kangkung darat pada variasi waktu.



Gambar 2. Hubungan antara [Cd] yang ditambahkan dengan [Cd] yang diakumulasi oleh kangkung darat.

Hasil menunjukkan bahwa konsentrasi Cd yang dapat diakumulasi oleh kangkung darat meningkat dengan naiknya konsentrasi Cd yang ditambahkan. Konsentrasi tertinggi (1164,15 mg/kg berat kering) diperoleh setelah penambahan Cd 50 ppm, sedangkan konsentrasi terendah (313,42 mg/kg berat kering) terjadi pada penambahan 10 ppm. Sukanto (1995) menyatakan bahwa konsentrasi logam yang ditambahkan pada media penanaman mempengaruhi penyerapan tanaman, dimana jumlah konsentrasi logam yang ditambahkan dalam media tanam berbanding lurus dengan akumulasi logam pada tanamannya.

Hasil analisis yang diperoleh pada penelitian ini menunjukkan bahwa

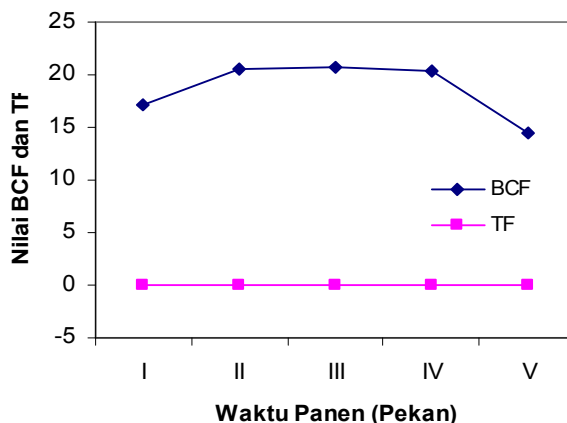
kangkung darat dapat dikategorikan sebagai tanaman hiperakumulator untuk logam Cd karena dapat mengakumulasi Cd lebih dari 100 mg/kg berat kering

Untuk menentukan mekanisme akumulasi logam berat pada tanaman Ghosh and Singh (2005) menghitung faktor biokonsentrasi dan faktor translokasi dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Faktor biokonsentrasi (s)} = \frac{\text{Rataan [Cd] dalam jaringan tanaman (mg/kg)}}{[\text{Cd}] \text{ yang ditambah dalam tanah (mg/kg)}}$$

$$\text{Faktor translokasi (s)} = \frac{[\text{Cd}] \text{ dalam daun (mg/kg)}}{[\text{Cd}] \text{ dalam akar (mg/kg)}} \times 100$$

Hasil perhitungan nilai BCF dan TF untuk variasi waktu ditunjukkan pada Gambar 3.

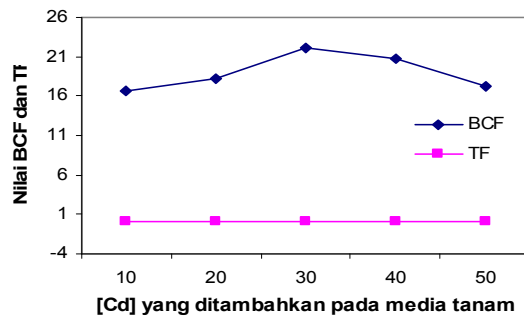


Gambar 3. Nilai BCF dan TF sebagai fungsi waktu

Nilai BCF pada umumnya lebih besar daripada satu, sedangkan nilai TF pada umumnya lebih kecil daripada satu. Nilai BCF berbanding terbalik dengan nilai TF yang menunjukkan bahwa tanaman kangkung darat mempunyai kemampuan untuk mengakumulasi logam Cd namun kemampuan untuk mentranslokasikan logam masih rendah (Yoon et al., 2006). Hasil analisis menunjukkan bahwa baik

pada variasi waktu maupun variasi konsentrasi, akumulasi logam Cd paling besar konsentrasinya di akar dibandingkan di batang dan daun. Hasil ini menunjukkan bahwa mekanisme yang terjadi pada akumulasi Cd pada kangkung darat adalah fitostabilisasi.

Nilai BCF dan TF sebagai fungsi konsentrasi dapat dilihat pada Gambar 4.

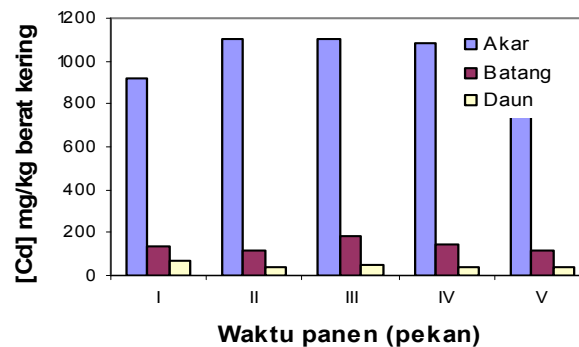


Gambar 4. Nilai BCF dan TF sebagai fungsi konsentrasi

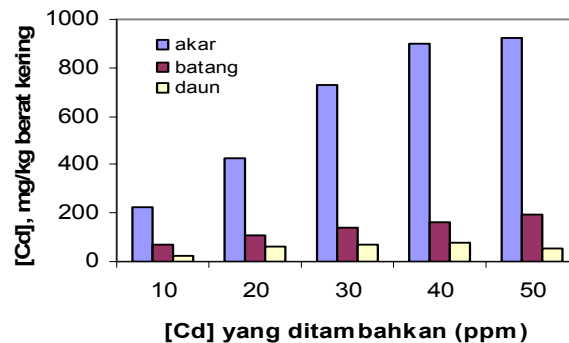
Nilai BCF yang diperoleh lebih besar daripada 1 dan nilai TF lebih kecil daripada 1. Hasil ini makin memperkuat dugaan bahwa remediasi tanaman kangkung darat melalui mekanisme fitostabilisasi.

Secara umum kemampuan tanaman kangkung darat untuk mengakumulasi

logam Cd terbesar pada bagian akar, batang, dan daunnya. Gambar 5 dan 6 menunjukkan perbandingan konsentrasi logam Cd pada bagian akar, batang, dan daun pada tanaman kangkung darat.



Gambar 5. Perbandingan [Cd] di Akar, Batang, daun di tanaman Kangkung darat pada variasi waktu panen.



Gambar 6. Perbandingan [Cd] di akar, batang, daun di tanaman kangkung darat pada variasi penambahan [Cd] pada media tanam.

Konsentrasi logam Cd terdapat dalam jumlah yang paling besar di bagian akar, karena akar terdapat di dalam tanah yang merupakan bagian tanaman yang pertama kali berinteraksi secara langsung dengan Cd melalui rizofera. Karena konsentrasi logam yang besar dalam tanah sehingga akar menarik logam dengan konsentrasi yang besar dibandingkan dengan bagian lain dari tanaman tersebut. Pada umumnya kandungan Cd dalam bagian tanaman semakin berkurang sesuai urutan sebagai berikut akar > batang > daun > buah > biji (Blum, 1997) baik pada variasi waktu panen maupun pada variasi penambahan konsentrasi Cd pada media tumbuh kangkung darat.

Kesimpulan

Kangkung darat merupakan tanaman hiperakumulator terhadap logam Cd dengan waktu optimum akumulasi pada hari ke 21. Pola akumulasi logam Cd tersebar sesuai urutan akar > batang > daun baik pada variasi waktu tanam maupun pada variasi penambahan konsentrasi pada media tanam kangkung darat. Hasil hitungan faktor biokonsentrasi dan faktor translokasi menunjukkan bahwa mekanisme yang terjadi pada akumulasi logam Cd pada kangkung darat adalah fitostabilisasi.

Daftar Acuan

1. Jeliasko, V.D., 2001, Study on heavy metals absorption by plants, <http://www.lib.unicorn/disertation/fulcit>. diakses 27 Juni 2007.
2. Barcelo, J and Poschenrieder, C., 1990, Plant- water relations as affected by heavy metal stress : A review, *J.Plants Nut.*, 13, 1 – 37.
3. Widianarko, B., 2004, Prospek Fitoremediasi Logam berat. Tekno Limbah.
4. Chaney, R.L., Minnie, M., Li, C.Y., Brown, S.L., Brewer, E.P., Angle, J.C., and Baker, A.J.M., 1997, *Phytoremediation of Soil Metals*.
5. Fellet, L., Marchiol, D.P., Zerbi, G., 2007, The Application of Phytoremediation Technologie in Soil Contaminated by Pyrite Cinder.
6. Lasat, M.M., 2000, *Phytoextraction of Metal from Contaminated Soil: A Review of plant/Soil/Metal interaction and Assessment of Partinent Agronomic Issues*. *J.Hazard Subs.Res.* 2: 5 – 25.
7. Aiyen, 2005, Ilmu remediasi Untuk Atasi Pencemaran Tanah di Aceh dan Sumatera Utara. *Harian Kompas 4 Maret 2005*.
8. Baker, A.J.M., MacGrath, S.P., Reeves, R.D., Smith J.A.C., 2000, *Metal Hyperaccumulator Plants: A review of the ecology and physiology of biological resource for phytoremediation of metal-pollute soils in phytoremediation of contaminated soil and water*, N Terry and G.Banuelos (Eds) Lewis Publisher, Boca Raton, FL, USA
9. Gosh, M., and Singh, S.P., 2005, Comparative intake and phytoextraction study of soil induced chromium by accumulation an high biomass weed species.
10. Chen, S.F., and Huang, C.Y., 2005, Influence of cadmium on growth of root vegetable and accumulation of cadmium in the edible root, *J. Appl. Sci. Eng.*
11. Rahman, M.M., Hao Liang, L., Choning, Y., Hoquo, S., 2007, Heavy Metal Hiper-accumulation in Plants and Metal distribution in Soil on tannery and dying industries polluted area in Bangladesh, *AcademicOpenInternet. Journal* Vol. 21.
12. Cave, M.R., Owen, B., Simon, R.N.C., Jennifer, M.C., Malcolm, S.C., and Douglas, L.M., 2001, Atomic Spectrometry Update Environmental Analysis, *J.Anal.At Spectrom.* 16, 194-235.